

AE

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-50296

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月23日

(51) IntCl.⁶
C 2 5 D 7/00
C 2 2 C 12/00
C 2 5 D 5/26
F 1 6 C 33/12

識別記号

F I
C 2 5 D 7/00 C
C 2 2 C 12/00
C 2 5 D 5/26 E
F 1 6 C 33/12 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-63428
(22) 出願日 平成10年(1998) 3月13日
(31) 優先権主張番号 特願平9-148262
(32) 優先日 平 9 (1997) 6月5日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
(71) 出願人 000003609
株式会社豊田中央研究所
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の 1
(72) 発明者 道岡 博文
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動
車株式会社内
(74) 代理人 弁理士 大川 宏

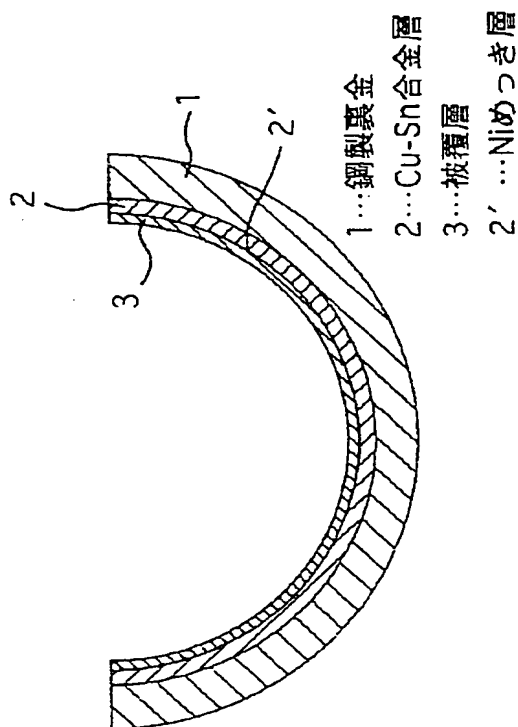
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摺動部材

(57) 【要約】

【課題】少なくとも摺動面にPbを含有せず、しかもPbを摺動面に含有するものと同等の摺動特性を発揮する摺動部材を提供する。

【解決手段】基材の表面で相手材との摺動面に、Sn、In及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなる被覆層3が形成されている。摺動面にPbを含有しないものであるが、摺動面にPb含有するものと同等の摺動特性を発揮する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなる摺動部材において、上記被覆層は、Sn、In及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなることを特徴とする摺動部材。

【請求項2】 前記被覆層中に含まれるSnの量は0.1～25重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項3】 前記被覆層中に含まれるInの量は0.1～10重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項4】 前記被覆層中に含まれるAgの量は0.5～10重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項5】 前記被覆層は、前記基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は摺動部材に関し、詳しくはPb（鉛）を含有しない摺動部材に関する。本発明の摺動部材は、例えば内燃機関用のすべり軸受やブッシュに好適に利用することができる。

【0002】

【従来の技術】 自動車エンジンの高出力化に伴って、クランクシャフトやコネクティングロッド等に使用されるすべり軸受には、低炭素鋼製の裏金に、初期なじみ性と高い圧縮・疲労強度とを有するケルメット合金（Cu及びPbを主成分とする合金）をライニングした軸受が多く用いられている。

【0003】 この軸受では、普通、ケルメット合金表面で相手材との摺動面に電気めっき等により薄いオーバーレイ層が形成される。これは相手材とのなじみ性をさらに高める等の目的でなされるもので、オーバーレイ層には軟質なPb及びSnを主成分とする合金が用いられる。なお、ケルメットの耐食性を向上させたり、オーバーレイ層中のSnがケルメット合金中に拡散してオーバーレイ層が劣化することを防止する等の目的で、ケルメット表面に数μm程度の厚さのNi等のめっき処理を施し、このめっき層の上にオーバーレイ層を形成することも行われている。

【0004】 また、上記すべり軸受には、Al基でSn及びPb等を合金化したアルミニウム合金軸受（特開平4-219523号公報等参照）も多く用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年の材料開発の動向としてPbフリー化の方向に進んでいる。この開発動向は上記すべり軸受等の摺動部材も例外ではな

い。しかしながら、すべり軸受等の摺動部材において、摺動特性を満足させる上でPbは重要である。高出力エンジンのように高負荷条件部では、高い摺動特性が要求されることから、Pbは特に重要である。このため、摺動面にPbを含有せずに、十分な摺動特性を備えた摺動部材を提供することは、きわめて困難であった。

【0006】 本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、少なくとも摺動面にPbを含有せず、しかもPbを摺動面に含有するものと同等の摺動特性を発揮しうる摺動部材を提供することを解決すべき技術課題とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

（1）上記課題を解決する請求項1記載の摺動部材は、基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなる摺動部材において、上記被覆層は、Sn、In及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなることを特徴とする。

【0008】 （2）請求項2記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるSnの量が0.1～25重量%であることを特徴とする。

（3）請求項3記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるInの量が0.1～10重量%であることを特徴とする。

（4）請求項4記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるAgの量が0.5～10重量%であることを特徴とする。

【0009】 （5）請求項5記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層が、前記基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】 本発明の摺動部材は、基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなるものである。上記基材の種類としては特に限定されず、本発明の摺動部材を適用しようとする部材に応じて、鋼材、鋳鉄、鉄系焼結合金、アルミニウム合金及び銅合金等から適宜採択可能であり、これらの材料の複合材料であってもよい。但し、この基材もPbを含有しないことが好ましい。例えば、本発明の摺動部材を内燃機関用すべり軸受に適用する場合、鋼製裏金にCu-Sn系合金層をライニングしてなる基材や、Al-Sn-Si系合金層よりなる基材等を用いることができる。

【0011】 上記被覆層は、基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることが好ましい。被覆層がめっき皮膜であれば、密着性や皮膜強度の点で有利となるからである。このめっき処理としては、電気めっきや化学めっきなどの湿式めっきの他、イオンプレーティングやスパッタリングなどのPVD法による

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-50296

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月23日

(51) IntCl.⁶
C 2 5 D 7/00
C 2 2 C 12/00
C 2 5 D 5/26
F 1 6 C 33/12

識別記号

F I
C 2 5 D 7/00 C
C 2 2 C 12/00
C 2 5 D 5/26 E
F 1 6 C 33/12 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-63428
(22) 出願日 平成10年(1998) 3月13日
(31) 優先権主張番号 特願平9-148262
(32) 優先日 平9(1997) 6月5日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(71) 出願人 000003609
株式会社豊田中央研究所
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1
(72) 発明者 道岡 博文
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内
(74) 代理人 弁理士 大川 宏

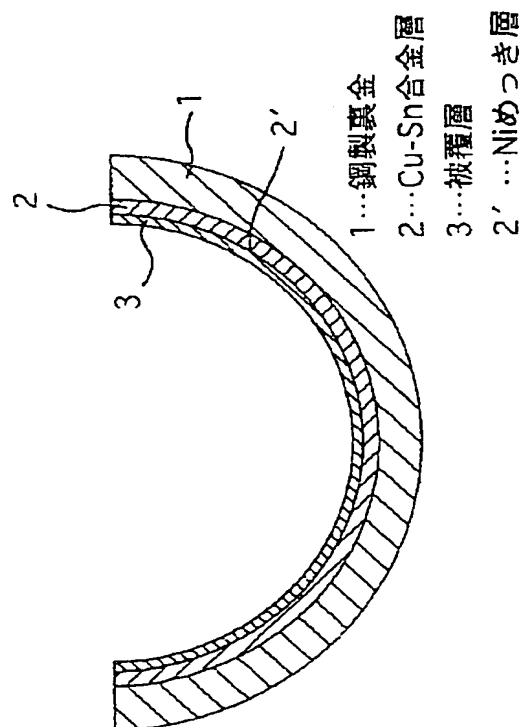
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摺動部材

(57) 【要約】

【課題】 少なくとも摺動面にPbを含有せず、しかもPbを摺動面に含有するものと同等の摺動特性を発揮する摺動部材を提供する。

【解決手段】 基材の表面で相手材との摺動面に、Sn、In及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなる被覆層3が形成されている。摺動面にPbを含有しないものであるが、摺動面にPb含有するものと同等の摺動特性を発揮する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなる摺動部材において、上記被覆層は、Sn、In及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなることを特徴とする摺動部材。

【請求項2】 前記被覆層中に含まれるSnの量は0.1～25重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項3】 前記被覆層中に含まれるInの量は0.1～10重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項4】 前記被覆層中に含まれるAgの量は0.5～10重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項5】 前記被覆層は、前記基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は摺動部材に関し、詳しくはPb（鉛）を含有しない摺動部材に関する。本発明の摺動部材は、例えば内燃機関用のすべり軸受やブッシュに好適に利用することができる。

【0002】

【従来の技術】 自動車エンジンの高出力化に伴って、クランクシャフトやコネクティングロッド等に使用されるすべり軸受には、低炭素鋼製の裏金に、初期なじみ性と高い圧縮・疲労強度とを有するケルメット合金（Cu及びPbを主成分とする合金）をライニングした軸受が多く用いられている。

【0003】 この軸受では、普通、ケルメット合金表面で相手材との摺動面に電気めっき等により薄いオーバーレイ層が形成される。これは相手材とのなじみ性をさらに高める等の目的でなされるもので、オーバーレイ層には軟質なPb及びSnを主成分とする合金が用いられる。なお、ケルメットの耐食性を向上させたり、オーバーレイ層中のSnがケルメット合金中に拡散してオーバーレイ層が劣化することを防止する等の目的で、ケルメット表面に数μm程度の厚さのNi等のめっき処理を施し、このめっき層の上にオーバーレイ層を形成することも行われている。

【0004】 また、上記すべり軸受には、Al基でSn及びPb等を合金化したアルミニウム合金軸受（特開平4-219523号公報等参照）も多く用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年の材料開発の動向としてPbフリー化の方向に進んでいる。この開発動向は上記すべり軸受等の摺動部材も例外ではな

い。しかしながら、すべり軸受等の摺動部材において、摺動特性を満足させる上でPbは重要である。高出力エンジンのように高負荷条件部では、高い摺動特性が要求されることから、Pbは特に重要である。このため、摺動面にPbを含有せずに、十分な摺動特性を備えた摺動部材を提供することは、きわめて困難であった。

【0006】 本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、少なくとも摺動面にPbを含有せず、しかもPbを摺動面に含有するものと同等の摺動特性を発揮する摺動部材を提供することを解決すべき技術課題とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

（1）上記課題を解決する請求項1記載の摺動部材は、基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなる摺動部材において、上記被覆層は、Sn、In及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなることを特徴とする。

【0008】 （2）請求項2記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるSnの量が0.1～25重量%であることを特徴とする。

（3）請求項3記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるInの量が0.1～10重量%であることを特徴とする。

（4）請求項4記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるAgの量が0.5～10重量%であることを特徴とする。

【0009】 （5）請求項5記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層が、前記基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】 本発明の摺動部材は、基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなるものである。上記基材の種類としては特に限定されず、本発明の摺動部材を適用しようとする部材に応じて、鋼材、鋳鉄、鉄系焼結合金、アルミニウム合金及び銅合金等から適宜採択可能であり、これらの材料の複合材料であってもよい。但し、この基材もPbを含有しないことが好ましい。例えば、本発明の摺動部材を内燃機関用すべり軸受に適用する場合、鋼製裏金にCu-Sn系合金層をライニングしてなる基材や、Al-Sn-Si系合金層よりなる基材等を用いることができる。

【0011】 上記被覆層は、基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることが好ましい。被覆層がめっき皮膜であれば、密着性や皮膜強度の点で有利となるからである。このめっき処理としては、電気めっきや化学めっきなどの湿式めっきの他、イオンプレーティングやスパッタリングなどのPVD法による

3

乾式めっきを採用することができる。なお、基材に被覆層を形成する方法として、めっき処理の他に溶射等を採用することも可能である。

【0012】なお、基材表面に直接被覆層を形成してもよいが、基材と被覆層との接合性や基材の耐食性を向上させる等の観点から、基材表面に中間層を形成することが好ましい。この中間層としては、Niめっき層、Coめっき層やZnめっき層等を採用することができる。また上記被覆層の厚さは1.0~30 μ mとすることが好ましい。被覆層の厚さが1.0 μ mよりも薄いと、十分な摺動特性を発揮することが困難となり、一方30 μ mよりも厚いと密着性が低下して被覆層が基材表面から剥がれ易くなる。より好ましい被覆層の厚さは10~30 μ mである。被覆層の厚さが10 μ m以上になると、必要ななじみ性の確保及び耐摩耗寿命の点で有利となる。

【0013】上記被覆層は、Sn（スズ）、In（インジウム）及びAg（銀）よりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi（ビスマス）及び不可避不純物よりなるものであり、この被覆層にはPbが含有されていない。かかるBi合金よりなる被覆層は、硬さが高過ぎることがなくなりなじみが良好で、かつ、潤滑性が良くて耐焼付き性が良好で、しかも耐摩耗性も良好となる。

【0014】したがって、上記Bi合金よりなる被覆層が基材の表面で相手材との摺動面に形成された本発明に係る摺動部材は、少なくとも摺動面にPbを含有しないにもかかわらず、なじみ性、耐焼付き性及び耐摩耗性の摺動特性が良好となる。ここに、SnはBi合金の耐焼付き性の向上に寄与する。上記被覆層において、Snの含有量が0.1重量%未満になると、潤滑性が十分でなく耐焼付き性向上の効果がみられない。一方、Snの含有量が25重量%を超えると、合金融点が低下して高温下における耐焼付き性が不十分となる。このため、上記被覆層におけるSnの含有量は0.1~25重量%とすることが好ましい。また、Sn含有量が多いほど耐焼付き性が向上することから、耐焼付き性の観点からはSn含有量の下限を1重量%とすることが好ましい。一方、Sn含有量が多いほど主相の融点が低下し、Sn含有量が2重量%を超えると低融点の共晶相（Bi-43Sn相）の生成が認められ、Sn含有量が5重量%を超える

4

とこの共晶相の影響により耐熱性が低下するおそれがある。このため、耐熱性向上の観点からは、上記被覆層におけるSnの含有量の上限は5重量%とすることが好ましく、2重量%とすることがより好ましい。

【0015】InはSnと同様の効果があり、上記被覆層において、Inの含有量が0.1重量%未満になると潤滑性の向上に対して効果がなく、一方10重量%を超えると合金の硬さが低下して耐摩耗性が不十分となる。このため、上記被覆層におけるInの含有量は0.1~10重量%とすることが好ましい。AgはBi合金の耐摩耗性及び耐焼付き性向上に寄与する。上記被覆層において、Agの含有量が0.5重量%未満になると、Bi合金の耐摩耗性及び耐焼付き性の向上に対して効果がない。一方、10重量%を超えると、Bi合金の硬さが高くなり過ぎてなじみ性が低下するとともに、材料コストが高くなる。このため、上記被覆層におけるAgの含有量は0.5~10重量%とすることが好ましい。

【0016】上記Sn、In及びAgは二種以上を同時に含有させることもできる。この場合、Bi合金中のBiの含有量はBi基のなじみ特性を確保する観点から75重量%以上を確保することが好ましい。また、上記被覆層に含まれるSn、In及びAgの総量が25重量%を超えると、合金融点が低下して高温下における軸受性能が低下する。一方、Sn、In及びAgの総量が2重量%未満になると、潤滑性が十分でなく、耐焼付き性向上がみられない。したがって、Sn、In及びAgの総量は2~25重量%とすることが好ましい。

【0017】したがって、本発明の摺動部材は内燃機関用のすべり軸受やブッシュに好適に利用することが可能となる。

【0018】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

〔第1実施例〕銅製裏金付きのCu-Sn合金（Cu：94.5重量%、Sn：5重量%）試験片を準備し、この試験片のCu-Sn合金表面に、以下に示すように、表1に示す化学組成よりなる厚さ10~30 μ mの被覆層を電気めっきにより形成した。

【0019】

【表1】

5

6

		化学組成 (wt%)					
		Bi	Sn	In	Ag	Pb	その他
実施例	1	残部	0.1	—	—	—	—
	2	残部	0.7	—	—	—	—
	3	残部	1.5	—	—	—	—
	4	残部	2.0	—	—	—	—
	5	残部	4.9	—	—	—	—
	6	残部	15	—	—	—	—
	7	残部	25	—	—	—	—
	8	残部	—	4	—	—	—
	9	残部	—	10	—	—	—
	10	残部	10	0.1	—	—	—
	11	残部	10	10	—	—	—
	12	残部	—	5	3	—	—
	13	残部	18	—	0.5	—	—
	14	残部	10	5	5	—	—
	15	残部	—	—	3	—	—
	16	残部	—	—	10	—	—
比較例	1	—	10	—	—	残部	—
	2	—	10	8	—	残部	—
	3	—	9	—	—	残部	Cu: 2
	4	—	100	—	—	—	—
	5	100	—	—	—	—	—

【0020】（実施例1～7）表2に示す組成よりなる 30*ルホン酸ナトリウム（又はアルデヒドアミン系光沢
 ホウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気 剤）を示す。
 めっきすることにより、Bi-Sn合金よりなる被覆層 【0021】
 を形成した。なお、表2中、光沢剤はP-フェノールス* 【表2】

Bi系めっき液組成	
ホウフッ酸	70～150g/リットル
ホウフッ化アンモニウム	20～50g/リットル
ホウ酸	20～30g/リットル
フッ化ビスマス	55～80g/リットル
ホウフッ化スズ	0.1～40g/リットル
光沢剤	0.5～30g/リットル

【0022】

【表3】

3

乾式めっきを採用することができる。なお、基材に被覆層を形成する方法として、めっき処理の他に溶射等を採用することも可能である。

【0012】なお、基材表面に直接被覆層を形成してもよいが、基材と被覆層との接合性や基材の耐食性を向上させる等の観点から、基材表面に中間層を形成することが好ましい。この中間層としては、Niめっき層、Coめっき層やZnめっき層等を採用することができる。また上記被覆層の厚さは1.0~30 μ mとすることが好ましい。被覆層の厚さが1.0 μ mよりも薄いと、十分な摺動特性を発揮することが困難となり、一方30 μ mよりも厚いと密着性が低下して被覆層が基材表面から剥がれ易くなる。より好ましい被覆層の厚さは10~30 μ mである。被覆層の厚さが10 μ m以上になると、必要ななじみ性の確保及び耐摩耗寿命の点で有利となる。

【0013】上記被覆層は、Sn(スズ)、In(インジウム)及びAg(銀)よりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にBi(ビスマス)及び不可避不純物よりなるものであり、この被覆層にはPbが含有されていない。かかるBi合金よりなる被覆層は、硬さが高過ぎることがなくなじみ性が良好で、かつ、潤滑性が良くて耐焼付き性が良好で、しかも耐摩耗性も良好となる。

【0014】したがって、上記Bi合金よりなる被覆層が基材の表面で相手材との摺動面に形成された本発明に係る摺動部材は、少なくとも摺動面にPbを含有しないにもかかわらず、なじみ性、耐焼付き性及び耐摩耗性の摺動特性が良好となる。ここに、SnはBi合金の耐焼付き性の向上に寄与する。上記被覆層において、Snの含有量が0.1重量%未満になると、潤滑性が十分でなく耐焼付き性向上の効果がみられない。一方、Snの含有量が2.5重量%を超えると、合金融点が低下して高温下における耐焼付き性が不十分となる。このため、上記被覆層におけるSnの含有量は0.1~2.5重量%とすることが好ましい。また、Sn含有量が多いほど耐焼付き性が向上することから、耐焼付き性の観点からはSn含有量の下限を1重量%とすることが好ましい。一方、Sn含有量が多いほど主相の融点が低下し、Sn含有量が2重量%を超えると低融点の共晶相(Bi-43Sn相)の生成が認められ、Sn含有量が5重量%を超える

4

とこの共晶相の影響により耐熱性が低下するおそれがある。このため、耐熱性向上の観点からは、上記被覆層におけるSnの含有量の上限は5重量%とすることが好ましく、2重量%とすることがより好ましい。

【0015】InはSnと同様の効果があり、上記被覆層において、Inの含有量が0.1重量%未満になると潤滑性の向上に対して効果がなく、一方10重量%を超えると合金の硬さが低下して耐摩耗性が不十分となる。このため、上記被覆層におけるInの含有量は0.1~10重量%とすることが好ましい。AgはBi合金の耐摩耗性及び耐焼付き性向上に寄与する。上記被覆層において、Agの含有量が0.5重量%未満になると、Bi合金の耐摩耗性及び耐焼付き性の向上に対して効果がない。一方、10重量%を超えると、Bi合金の硬さが高くなり過ぎてなじみ性が低下するとともに、材料コストが高くなる。このため、上記被覆層におけるAgの含有量は0.5~10重量%とすることが好ましい。

【0016】上記Sn、In及びAgは二種以上を同時に含有させることもできる。この場合、Bi合金中のBiの含有量はBi基のなじみ特性を確保する観点から75重量%以上を確保することが好ましい。また、上記被覆層に含まれるSn、In及びAgの総量が2.5重量%を超えると、合金融点が低下して高温下における軸受性能が低下する。一方、Sn、In及びAgの総量が2重量%未満になると、潤滑性が十分でなく、耐焼付き性向上がみられない。したがって、Sn、In及びAgの総量は2~2.5重量%とすることが好ましい。

【0017】したがって、本発明の摺動部材は内燃機関用のすべり軸受やブッシュに好適に利用することが可能となる。

【0018】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

【第1実施例】銅製裏金付きのCu-Sn合金(Cu:94.5重量%、Sn:5重量%)試験片を準備し、この試験片のCu-Sn合金表面に、以下に示すように、表1に示す化学組成よりなる厚さ10~30 μ mの被覆層を電気めっきにより形成した。

【0019】

【表1】

10

20

30

40

5

6

		化学組成 (wt%)					
		Bi	Sn	In	Ag	Pb	その他
実 施 例	1	残部	0.1	—	—	—	—
	2	残部	0.7	—	—	—	—
	3	残部	1.5	—	—	—	—
	4	残部	2.0	—	—	—	—
	5	残部	4.9	—	—	—	—
	6	残部	15	—	—	—	—
	7	残部	25	—	—	—	—
	8	残部	—	4	—	—	—
	9	残部	—	10	—	—	—
	10	残部	10	0.1	—	—	—
	11	残部	10	10	—	—	—
	12	残部	—	5	3	—	—
	13	残部	18	—	0.5	—	—
	14	残部	10	5	5	—	—
	15	残部	—	—	3	—	—
	16	残部	—	—	10	—	—
比 較 例	1	—	10	—	—	残部	—
	2	—	10	8	—	残部	—
	3	—	9	—	—	残部	Cu: 2
	4	—	100	—	—	—	—
	5	100	—	—	—	—	—

【0020】（実施例1～7）表2に示す組成よりなる 30*ルホン酸ナトリウム（又はアルデヒドアミン系光沢
 ホウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気 剤）を示す。
 めっきすることにより、Bi-Sn合金よりなる被覆層 【0021】
 を形成した。なお、表2中、光沢剤はP-フェノールス* 【表2】

Bi系めっき液組成	
ホウフッ酸	70～150g/リットル
ホウフッ化アンモニウム	20～50g/リットル
ホウ酸	20～30g/リットル
フッ化ビスマス	55～80g/リットル
ホウフッ化スズ	0.1～40g/リットル
光沢剤	0.5～30g/リットル

【0022】

【表3】

めっき条件	
めっき液温度 (°C)	15~40
電流密度 (A/dm ²)	1~10
陽極	ビスマス板

(実施例8、9) 表2に示す組成からハウフッ化スズを除くハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度: 20~30°C、電流密度: 1~5 A/dm² の条件で電気めっきすることにより、Biよりなる被覆層を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150~170°C、30~60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0023】なお、Inめっきは、スルファミン酸浴を用い、めっき液温度: 20~30°C、電流密度: 1~5 A/dm² の条件で行った。

(実施例10、11) 表2に示す組成よりなるハウフッ*

Bi系めっき液組成	
ハウフッ酸	70~150 g/リットル
ハウフッ化アンモニウム	20~50 g/リットル
ハウ酸	20~30 g/リットル
フッ化ビスマス	55~80 g/リットル
ハウフッ化銀	0.5~15 g/リットル
光沢剤	30 g/リットル

(実施例13) 表2及び表4に示す組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Sn-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

【0027】(実施例14) 表2及び表4に示す組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Sn-Ag合金よりなるめっき皮膜を形成した。そして、上記と同様に、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-Sn-In-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

【0028】(実施例15、16) 表4に示す組成より

*化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Sn合金よりなるめっき皮膜を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150~170°C、30~60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-Sn-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0024】なお、Inめっきの条件は上記と同様である。(実施例12) 表4に示す組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Ag合金よりなるめっき皮膜を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150~170°C、30~60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-In-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

【0025】なお、Inめっきの条件は上記と同様である。

【0026】

【表4】

※なるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

(比較例1) ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30°C、電流密度2~5 A/dm² の条件でめっき処理することにより、Pb-Sn合金よりなる被覆層を形成した。

【0029】(比較例2) ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30°C、電流密度2~5 A/dm² の条件でめっき処理することにより、Pb-Sn-In合金よりなる被覆層を形成した。

(比較例3) ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30°C、電流密度2~5 A/dm² の

条件でめっき処理することにより、Cuを微量に含有するPb-Sn合金(Pb-Sn-Cu合金)よりなる被覆層を形成した。

【0030】なお、上記比較例2、3に係る被覆層は、現在オーバーレイとして普通に用いられている合金層である。(比較例4)ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30℃、電流密度2~5A/dm²の条件でめっき処理することにより、Snよりなる被覆層を形成した。

【0031】なお、上記比較例4に係る被覆層は、一部のすべり軸受のオーバーレイ層として、現在用いられている合金層である。

(比較例5)表2に示す組成からハウフッ化スズを除いた組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件で電気めっきすることにより、純Biよりなる被覆層を形成した。

【0032】なお、上記比較例5に係る被覆層は、実施例の被覆層と融点を比較するために作成したものである。

(硬さの評価)上記実施例1~16及び比較例1~4の被覆層の硬さをマイクロビッカース硬度計により測定した。その結果を表5及び図1に示す。

【0033】(摩擦摩耗特性の評価)上記実施例1~16及び比較例1~4の被覆層を摺動面に形成したφ7mm×L12mmのピンよりなる試験片について、摩擦摩耗試験を行った。その結果を表5及び図2、図4に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

試験装置 : ピンオンディスク試験機

すべり速度 : 0.5m/s

荷重 : 9N

潤滑 : 無潤滑(5×10⁻²Torrの真空中)

温度 : 室温

試験時間 : 30分(但し、摩耗量が多くて30分もたないものについては、30分摩耗を行ったものとして換算した。)

相手材 : ディスクテストピース、SUS430

(硬さ: Hv290、表面粗さ: 0.5μmRz)

10 (耐焼付き性の評価)上記実施例1~16及び比較例1~4の被覆層を摺動面に形成した30mm×30mm、厚さ2mmのプレート(摺動面30mm×30mm)よりなる試験片について、焼付き試験を行った。その結果を表5及び図3に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

【0034】

試験装置 : 円筒×平板テストピーススラスト試験機

すべり速度 : 2.0m/s

荷重 : ステップアップ漸増法(5kgf/ステップ)

潤滑 : 5W-30基油(油浴)

温度 : 室温~なりゆき

試験時間 : ステップアップ/5分毎

相手材 : 円筒テストピース、炭素鋼(S50C、

硬さ: Hv600、表面粗さ: 0.8μmRz)

【0035】

【表5】

めっき条件	
めっき液温度 (°C)	15~40
電流密度 (A/dm ²)	1~10
陽極	ピスマス板

(実施例8、9) 表2に示す組成からハウフッ化スズを除くハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度: 20~30°C、電流密度: 1~5 A/dm² の条件で電気めっきすることにより、Biよりなる被覆層を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150~170°C、30~60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0023】なお、Inめっきは、スルファミン酸浴を用い、めっき液温度: 20~30°C、電流密度: 1~5 A/dm² の条件で行った。

(実施例10、11) 表2に示す組成よりなるハウフッ*

* 化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Sn合金よりなるめっき皮膜を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150~170°C、30~60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-Sn-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0024】なお、Inめっきの条件は上記と同様である。(実施例12) 表4に示す組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Ag合金よりなるめっき皮膜を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150~170°C、30~60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-In-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

【0025】なお、Inめっきの条件は上記と同様である。

【0026】

【表4】

B1系めっき液組成	
ハウフッ酸	70~150g/リットル
ハウフッ化アンモニウム	20~50g/リットル
ハウ酸	20~30g/リットル
フッ化ピスマス	55~80g/リットル
ハウフッ化銀	0.5~15g/リットル
光沢剤	30g/リットル

(実施例13) 表2及び表4に示す組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Sn-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

【0027】(実施例14) 表2及び表4に示す組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Sn-Ag合金よりなるめっき皮膜を形成した。そして、上記と同様に、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Bi-Sn-In-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

【0028】(実施例15、16) 表4に示す組成より

なるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Bi-Ag合金よりなる被覆層を形成した。

(比較例1) ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30°C、電流密度2~5 A/dm² の条件でめっき処理することにより、Pb-Sn合金よりなる被覆層を形成した。

【0029】(比較例2) ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30°C、電流密度2~5 A/dm² の条件でめっき処理することにより、Pb-Sn-In合金よりなる被覆層を形成した。

(比較例3) ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30°C、電流密度2~5 A/dm² の

条件でめっき処理することにより、Cuを微量に含有するPb-Sn合金(Pb-Sn-Cu合金)よりなる被覆層を形成した。

【0030】なお、上記比較例2、3に係る被覆層は、現在オーバーレイとして普通に用いられている合金層である。(比較例4)ハウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20~30℃、電流密度2~5A/dm²の条件でめっき処理することにより、Snよりなる被覆層を形成した。

【0031】なお、上記比較例4に係る被覆層は、一部のすべり軸受のオーバーレイ層として、現在用いられている合金層である。

(比較例5)表2に示す組成からハウフッ化スズを除いた組成よりなるハウフッ化浴を用い、表3に示すめっき条件で電気めっきすることにより、純Biよりなる被覆層を形成した。

【0032】なお、上記比較例5に係る被覆層は、実施例の被覆層と融点を比較するために作成したものである。

(硬さの評価)上記実施例1~16及び比較例1~4の被覆層の硬さをマイクロビッカース硬度計により測定した。その結果を表5及び図1に示す。

【0033】(摩擦摩耗特性の評価)上記実施例1~16及び比較例1~4の被覆層を摺動面に形成したφ7mm×L12mmのピンよりなる試験片について、摩擦摩耗試験を行った。その結果を表5及び図2、図4に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

試験装置 : ピンオンディスク試験機

すべり速度 : 0.5m/s

荷重 : 9N

潤滑 : 無潤滑(5×10⁻²Torrの真空中)

温度 : 室温

試験時間 : 30分(但し、摩耗量が多くて30分もたないものについては、30分摩耗を行ったものとして換算した。)

相手材 : ディスクテストピース、SUS430

(硬さ: Hv290、表面粗さ: 0.5μmRz)

10 (耐焼付き性の評価)上記実施例1~16及び比較例1~4の被覆層を摺動面に形成した30mm×30mm、厚さ2mmのプレート(摺動面30mm×30mm)よりなる試験片について、焼付き試験を行った。その結果を表5及び図3に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

【0034】

試験装置 : 円筒×平板テストピーススラスト試験機

すべり速度 : 2.0m/s

荷重 : ステップアップ漸増法(5kgf/ステップ)

潤滑 : 5W-30基油(油浴)

温度 : 室温~なりゆき

試験時間 : ステップアップ/5分毎

相手材 : 円筒テストピース、炭素鋼(S50C、

硬さ: Hv600、表面粗さ: 0.8μmRz)

【0035】

【表5】

硬さと摩擦摩耗試験の評価結果					
		硬さ (Hv)	摩擦係数 (μ)	焼付荷重 (kgf)	摩耗量 (mg/0.5h)
実施例	1	12.0	0.25	55	0.65
	2	13.5	0.26	65	0.7
	3	17.1	0.27	70	1.4
	4	19.0	0.29	70	2.0
	5	18.9	0.32	75	1.87
	6	17	0.3	75	1.2
	7	15.2	0.2	80	0.42
	8	13.6	0.23	65	7.89
	9	17	0.24	75	1.9
	10	17.9	0.31	75	1.54
	11	14	0.25	90	4.7
	12	15.6	0.26	100	2.83
	13	16	0.27	120	0.87
	14	15.7	0.22	110	2.54
	15	18	0.25	100	2.18
	16	22.5	0.19	95	1.19
比較例	1	10	0.25	20	45
	2	9.3	0.4	25	47
	3	12	0.35	30	40
	4	9	0.3	40	20

【0036】表5及び図1～図4から明らかなように、実施例1～16は比較例1～4と比べて、硬さが高くなっており、耐摩耗性は全て大幅に優れていた。実施例1～16は、比較例1～4と比べて、摩擦係数が同等以下となっていた。また、比較例1～4では焼付き試験中に被覆層が摩耗して低荷重で焼き付きに至るのに対し、実施例1～16は全て優れた耐焼付き性を示した。

【0037】特に、実施例12～14は潤滑性を示すSn及び／又はInと、耐摩耗性に寄与するAgとの添加により、優れた摺動特性を示した。したがって、摺動部材の表面で相手材との摺動面に形成する被覆層としては、Sn及びInのうちの一種とAgとを含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなる、すなわちBi-Sn-Ag合金、Bi-In-Ag合金又はBi-Sn-In-Ag合金よりなる被覆層が特に好ましいことがわかる。

【0038】(融点の評価) 実施例1～5及び比較例5(純Bi)に関する示差熱曲線を図5に示す。示差熱曲線の吸熱ピークから求めた主相の融点を図6に示す。図5(b)は、図5(a)の縦軸の感度を3倍にして表示したものである。上記実施例1～5及び比較例2～5の被覆層をカッターで細かく削り取り、示差熱分析器(D*50

*TA)により昇温速度: 10℃/分の条件で熱分析を行い、融点を測定した。その結果を表6に示す。

【0039】

【表6】

13		主相の融点 (°C)
実 施 例	1	267
	2	267
	3	263
	4	262
	5	256, 138
比 較 例	2	290
	3	300
	4	232
	5	270

純Biの融点は約270°Cであるが、Snとの合金化により低融点(139°C)の共晶相(Bi-43Sn相)ができると、高温での耐摩耗性が低下する。図5に示す本実施例1〜4及び比較例5の純Biめっきの示差熱曲線から、被覆層におけるSnの含有量が1重量%未満の実施例1及び2では共晶が認められず、融点は純Biの比較例5と同様である。

【0040】また、主たる相の融点はSnの含有量が多くなるに従って低下するが、Sn含有量が2重量%以下では融点の低下はわずかで、Sn含有量が2重量%である実施例4でも融点の低下は5°Cにとどまる。しかし、Sn含有量が4.9重量%である実施例5では、主相の融点が10°C低下した上に、低融点の共晶相の比率が大きくなっている。

【0041】さらに、実施例1〜4と実施例5とを比較するとわかるように、Sn含有量が2重量%以下の実施例1〜4は実施例5と比べて耐焼付性がやや劣るが、摩擦係数がやや低い点で優れる。また、実施例1〜4では、低融点の共晶相がほとんど無い、若しくは極めて少ないため、低摩擦性の他に耐熱性の点でも実施例5より優れている。

【0042】以上より、主相の融点低下及び共晶相の生成を抑えて耐熱性を向上させるとともに、低摩擦性を達成するためには、Sn含有量を2重量%以下とすることが特に好ましいことがわかる。

【第2実施例】本実施例は本発明の摺動部材を内燃機関用すべり軸受に適用したものである。

【0043】図7に示すように、銅製裏金1に、外径48mm、肉厚1.5mmのCu-Sn合金層(Cu:9

14

4.5重量%、Sn:5重量%)2をライニングしてなる基材を準備した。この基材のCu-Sn合金層2の表面、すなわち相手材との摺動面に1.5μmの厚さのNiめっき層2'を形成した。なお、このときのめっき条件は、めっき液:ワット浴、めっき液温度:50°C、電流密度:6A/dm²である。

【0044】そして、このNiめっき層2'の表面に、前記第1実施例と同様の方法により被覆層3を形成して、すべり軸受を作製した。第1実施例で示した実施例1〜16及び比較例1〜4の被覆層を上記すべり軸受の被覆層3に適用したものについて、軸受単体試験を行った。その結果を図8に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

【0045】

試験装置 : 静荷重軸受試験機

回転数 : 5000rpm(周速:12.5m/s)

潤滑油 : SAE10W-30

給油量 : 0.1リットル/分

給油温度 : 100°C

相手材 : 炭素鋼(S50C、Hv:600、表面粗さ:0.8μmRz)

図8から明らかなように、すべり軸受の表面で相手材との摺動面に本発明に係る被覆層を形成することにより、比較例1〜4と同等以上の軸受性能を発揮させることができた。

【0046】なお、上記実施例では、電気めっきにより被覆層を形成した場合の結果を示したが、PVD等の気相めっき法で被覆層を形成した場合も同様の結果が得られることを確認した。

【0047】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の摺動部材は、摺動面にPbを含有しないものであるが、摺動面にPb含有するものと同等の摺動特性を発揮することができ

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係り、被覆層の硬さの測定結果を示す棒グラフである。

【図2】第1実施例に係り、被覆層の摩擦係数の評価結果を示す棒グラフである。

【図3】第1実施例に係り、被覆層の耐焼付き性の評価結果を示す棒グラフである。

【図4】第1実施例に係り、被覆層の耐摩耗性の評価結果を示す棒グラフである。

【図5】第1実施例に係り、被覆層の融点の評価結果を示す示差熱曲線であり、図(b)は図(a)の縦軸の感度を3倍にしたものである。

【図6】第1実施例に係り、上記示差熱曲線の吸熱ピークから求めた主相の融点を示す棒グラフである。

【図7】第2実施例に係り、すべり軸受の一部断面図で

硬さと摩擦摩耗試験の評価結果					
		硬さ (Hv)	摩擦係数 (μ)	焼付荷重 (kgf)	摩耗量 (mg/0.5h)
実施例	1	12.0	0.25	55	0.65
	2	13.5	0.26	65	0.7
	3	17.1	0.27	70	1.4
	4	19.0	0.29	70	2.0
	5	18.9	0.32	75	1.87
	6	17	0.3	75	1.2
	7	15.2	0.2	80	0.42
	8	13.6	0.23	65	7.89
	9	17	0.24	75	1.9
	10	17.9	0.31	75	1.54
	11	14	0.25	90	4.7
	12	15.6	0.26	100	2.83
	13	16	0.27	120	0.87
	14	15.7	0.22	110	2.54
	15	18	0.25	100	2.18
	16	22.5	0.19	95	1.19
比較例	1	10	0.25	20	45
	2	9.3	0.4	25	47
	3	12	0.35	30	40
	4	9	0.3	40	20

【0036】表5及び図1～図4から明らかなように、実施例1～16は比較例1～4と比べて、硬さが高くなっており、耐摩耗性は全て大幅に優れていた。実施例1～16は、比較例1～4と比べて、摩擦係数が同等以下となっていた。また、比較例1～4では焼付き試験中に被覆層が摩耗して低荷重で焼付きに至るのに対し、実施例1～16は全て優れた耐焼付き性を示した。

【0037】特に、実施例12～14は潤滑性を示すSn及び／又はInと、耐摩耗性に寄与するAgとの添加により、優れた摺動特性を示した。したがって、摺動部材の表面で相手材との摺動面に形成する被覆層としては、Sn及びInのうちの一種とAgとを含有し、残部が実質的にBi及び不可避不純物よりなる、すなわちBi-Sn-Ag合金、Bi-In-Ag合金又はBi-Sn-In-Ag合金よりなる被覆層が特に好ましいことがわかる。

【0038】(融点の評価) 実施例1～5及び比較例5(純Bi)に関する示差熱曲線を図5に示す。示差熱曲線の吸熱ピークから求めた主相の融点を図6に示す。図5(b)は、図5(a)の縦軸の感度を3倍にして表示したものである。上記実施例1～5及び比較例2～5の被覆層をカッターで細かく削り取り、示差熱分析器(D*50

*TA)により昇温速度：10℃/分の条件で熱分析を行い、融点を測定した。その結果を表6に示す。

【0039】

【表6】

13		主相の融点 (°C)
実 施 例	1	267
	2	267
	3	263
	4	262
	5	256, 138
比 較 例	2	290
	3	300
	4	232
	5	270

純Biの融点は約270°Cであるが、Snとの合金化により低融点(139°C)の共晶相(Bi-43Sn相)ができると、高温での耐摩耗性が低下する。図5に示す本実施例1～4及び比較例5の純Biめっきの示差熱曲線から、被覆層におけるSnの含有量が1重量%未満の実施例1及び2では共晶が認められず、融点は純Biの比較例5と同様である。

【0040】また、主たる相の融点はSnの含有量が多くなるに従って低下するが、Sn含有量が2重量%以下では融点の低下はわずかで、Sn含有量が2重量%である実施例4でも融点の低下は5°Cにとどまる。しかし、Sn含有量が4.9重量%である実施例5では、主相の融点が10°C低下した上に、低融点の共晶相の比率が大きくなっている。

【0041】さらに、実施例1～4と実施例5とを比較するとわかるように、Sn含有量が2重量%以下の実施例1～4は実施例5と比べて耐焼付き性がやや劣るが、摩擦係数がやや低い点で優れる。また、実施例1～4では、低融点の共晶相がほとんど無い、若しくは極めて少ないため、低摩擦性の他に耐熱性の点でも実施例5より優れている。

【0042】以上より、主相の融点低下及び共晶相の生成を抑えて耐熱性を向上させるとともに、低摩擦性を達成するためには、Sn含有量を2重量%以下とすることが特に好ましいことがわかる。

【第2実施例】本実施例は本発明の摺動部材を内燃機関用すべり軸受に適用したものである。

【0043】図7に示すように、鋼製裏金1に、外径48mm、肉厚1.5mmのCu-Sn合金層(Cu:9

14

4.5重量%、Sn:5重量%)2をライニングしてなる基材を準備した。この基材のCu-Sn合金層2の表面、すなわち相手材との摺動面に1.5μmの厚さのNiめっき層2'を形成した。なお、このときのめっき条件は、めっき液:ワット浴、めっき液温度:50°C、電流密度:6A/dm²である。

【0044】そして、このNiめっき層2'の表面に、前記第1実施例と同様の方法により被覆層3を形成して、すべり軸受を作製した。第1実施例で示した実施例1～16及び比較例1～4の被覆層を上記すべり軸受の被覆層3に適用したものについて、軸受単体試験を行った。その結果を図8に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

【0045】

試験装置 : 静荷重軸受試験機

回転数 : 5000rpm(周速:12.5m/s)

潤滑油 : SAE10W-30

給油量 : 0.1リットル/分

給油温度 : 100°C

相手材 : 炭素鋼(S50C、Hv:600、表面粗さ:0.8μmRz)

図8から明らかなように、すべり軸受の表面で相手材との摺動面に本発明に係る被覆層を形成することにより、比較例1～4と同等以上の軸受性能を発揮させることができた。

【0046】なお、上記実施例では、電気めっきにより被覆層を形成した場合の結果を示したが、PVD等の気相めっき法で被覆層を形成した場合も同様の結果が得られることを確認した。

【0047】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の摺動部材は、摺動面にPbを含有しないものであるが、摺動面にPb含有するものと同等の摺動特性を発揮することができ

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係り、被覆層の硬さの測定結果を示す棒グラフである。

【図2】第1実施例に係り、被覆層の摩擦係数の評価結果を示す棒グラフである。

【図3】第1実施例に係り、被覆層の耐焼付き性の評価結果を示す棒グラフである。

【図4】第1実施例に係り、被覆層の耐摩耗性の評価結果を示す棒グラフである。

【図5】第1実施例に係り、被覆層の融点の評価結果を示す示差熱曲線であり、図(b)は図(a)の縦軸の感度を3倍にしたものである。

【図6】第1実施例に係り、上記示差熱曲線の吸熱ピークから求めた主相の融点を示す棒グラフである。

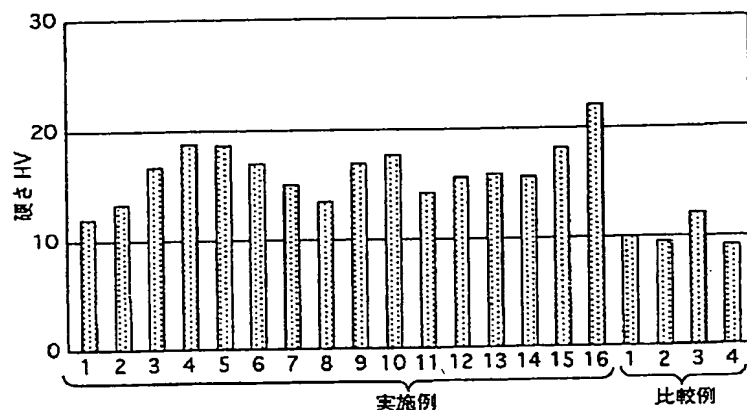
【図7】第2実施例に係り、すべり軸受の一部断面図で

15

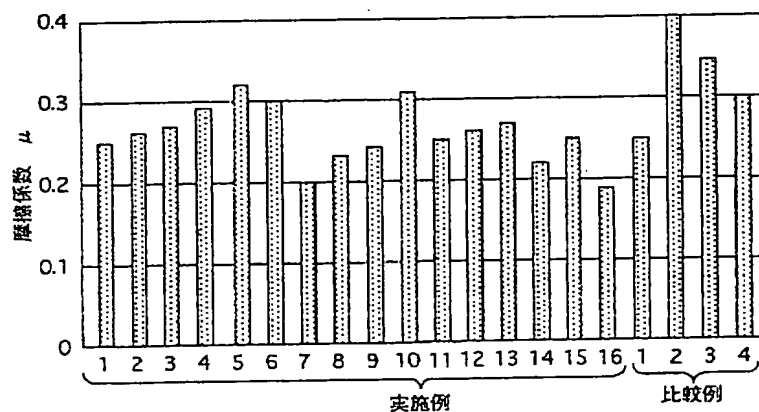
ある。

【図8】第2実施例に係り、被覆層の耐焼付き性の評価結果を示す棒グラフである。

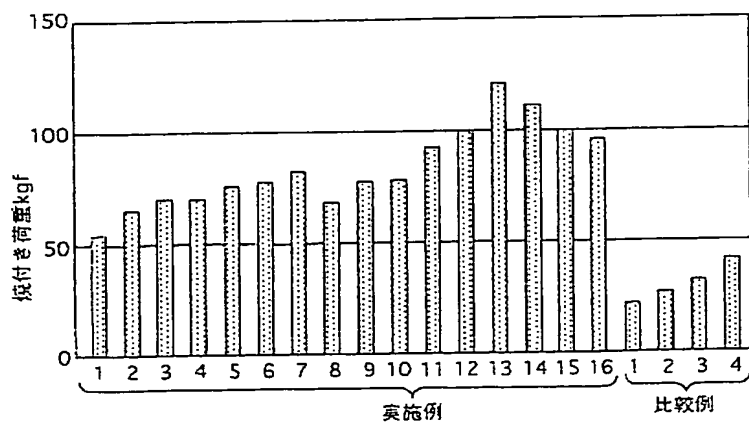
【図1】



【図2】



【図3】

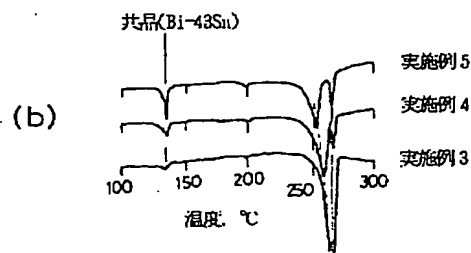
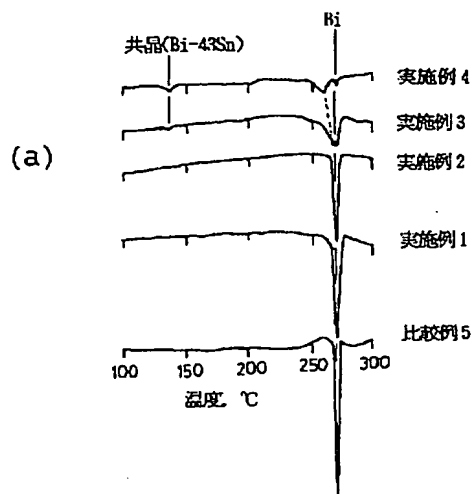


16

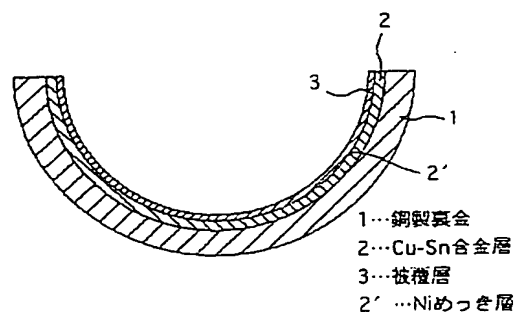
【符号の説明】

1…銅製裏金、2…Cu-Sn合金層、2'…Niめっき層、3…被覆層

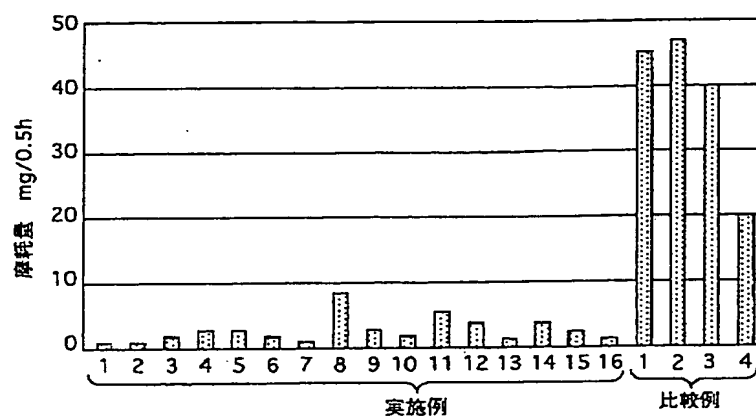
【図5】



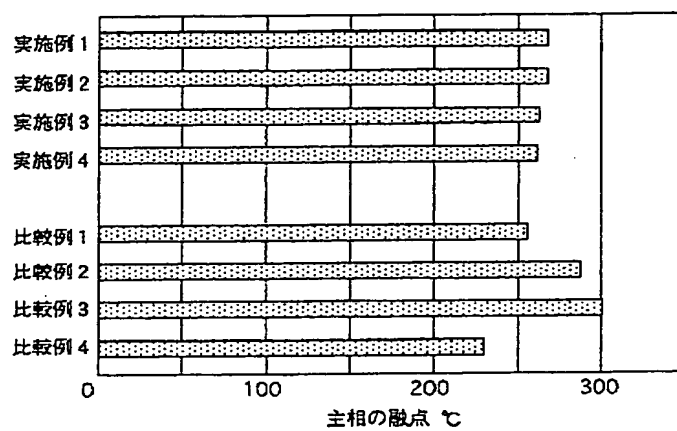
【図7】



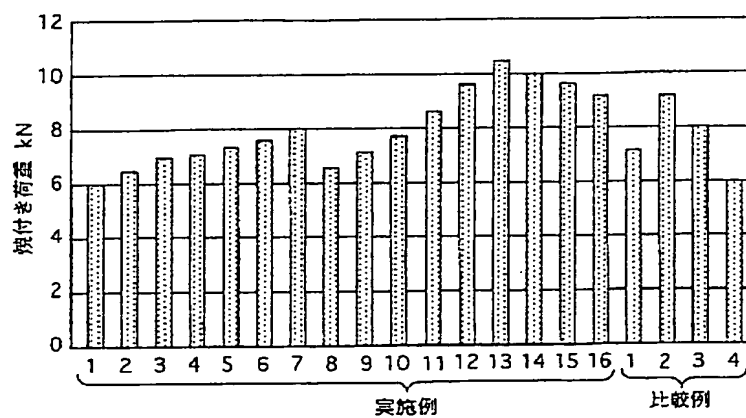
【図4】



【図6】



【図8】



1.5

1.6

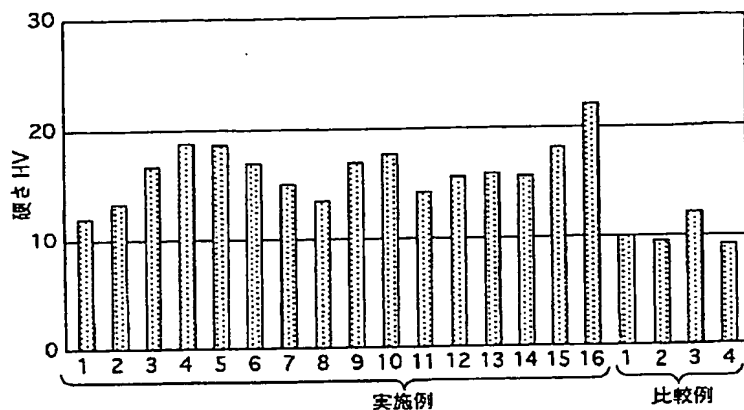
ある。

【図8】第2実施例に係り、被覆層の耐焼付き性の評価結果を示す棒グラフである。

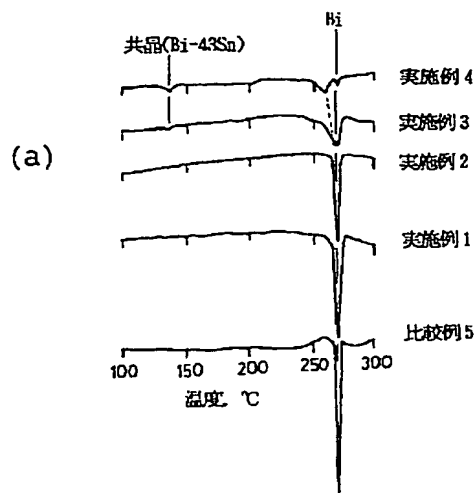
【符号の説明】

1…鋼製裏金、2…Cu-Sn合金層、2'…Niめっき層、3…被覆層

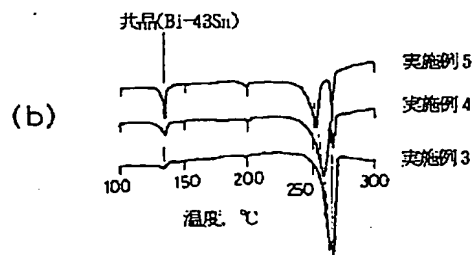
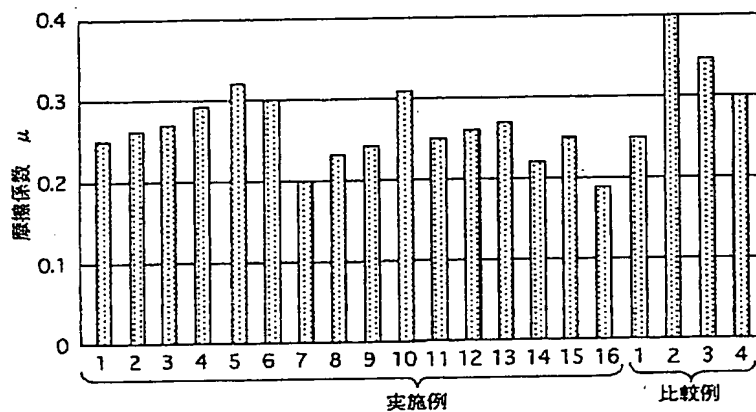
【図1】



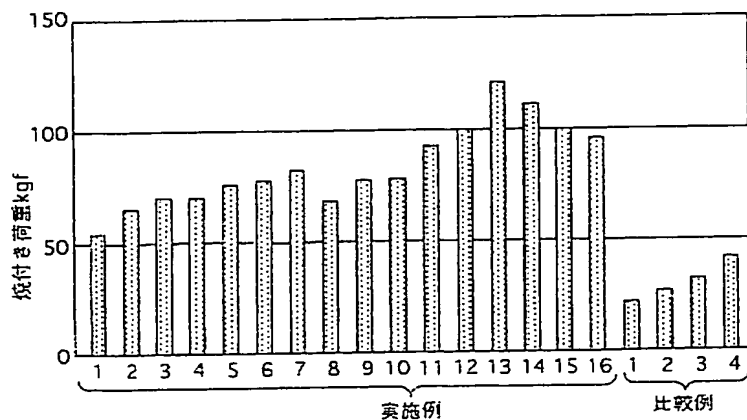
【図5】



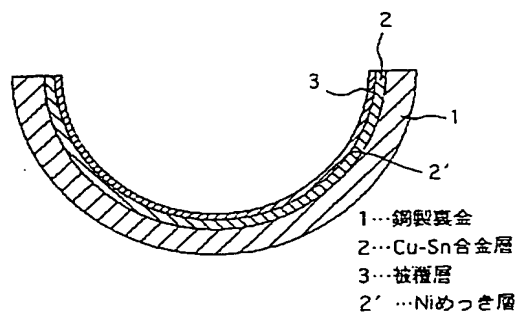
【図2】



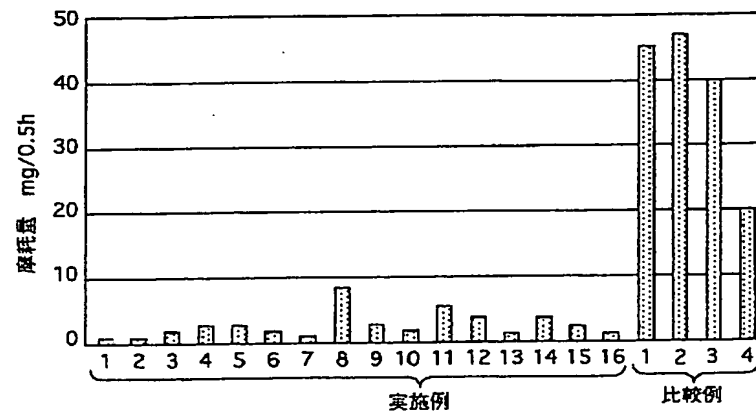
【図3】



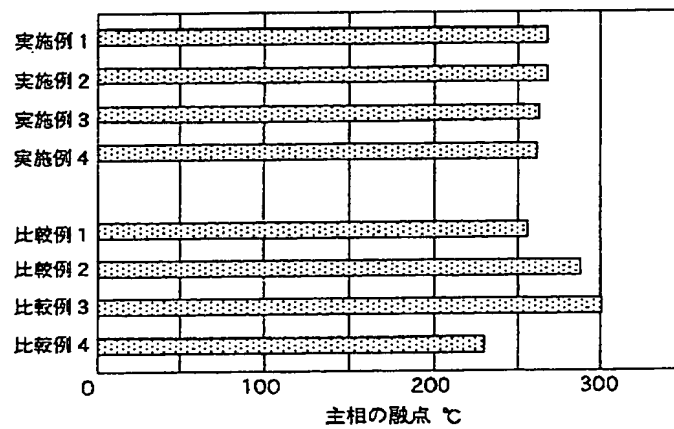
【図7】



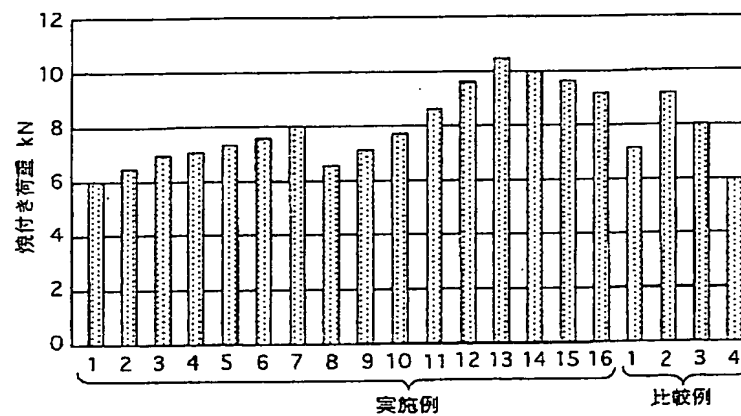
【図4】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 不破 良雄
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 志村 好男
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 堀田 滋
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

フロントページの続き

(72)発明者 不破 良雄
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 志村 好男
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 堀田 滋
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内